

**Entscheidungsunterstützungssysteme
für die nachhaltige
Flussgebietsbewirtschaftung**

August 2011



Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Herausgeber und Vertrieb:

DWA Deutsche Vereinigung für
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:

DWA

Druck:

Druckhaus Köthen

ISBN:

978-3-941897-96-0

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2011

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Entscheidungsunterstützungssysteme (EUS) werden dort eingesetzt, wo komplexe Entscheidungsprobleme oder wiederholende Entscheidungsfindungen des Menschen durch einfach nachvollziehbare Ergebnisse unterstützt werden können. Dabei werden komplexe Zusammenhänge analysiert und dargestellt, die vom Menschen allein meist gar nicht oder nur sehr zeitaufwändig aufbereitet werden können. Auf diese Weise können fundiertere und schnellere Entscheidungen herbeigeführt werden.

Solche komplexen Zusammenhänge liegen auch bei der Planung in und der Bewirtschaftung sowie Steuerung von Flussgebieten vor. Die effizientesten Lösungen können aus einer großen Anzahl von Möglichkeiten mit vielfältigen Auswirkungen auf ein Gewässer und dessen Nutzungen ausgewählt werden. Es scheint sich hierbei aus fachlicher Sicht durchaus um ein besonders interessantes Gebiet für den Einsatz von EUS zu handeln. Nicht zuletzt deshalb wurde in den vergangenen Jahren eine Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen durchgeführt, die die Entwicklung von EUS für die Nutzung bei der Bewirtschaftung von Flussgebietseinheiten zum Inhalt hatten.

Trotz guter wissenschaftlicher Erfolge sind die meisten EUS bisher nicht in den Praxiseinsatz gelangt. Während Forschungsprojekte mit der Fertigstellung eines Prototyps ihr Ziel in der Regel bereits erreicht haben, ist die Praxisanwendung von EUS eine Langfristaufgabe. Der Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis ist auch deshalb eine besondere Herausforderung, weil der Erfolg oder die Praxisnutzbarkeit der Projektergebnisse nicht von vornherein feststehen. Die Bereitstellung von Ressourcen für eine nahtlose Anknüpfung an die Forschungsphase kann daher haushaltsrechtlich problematisch sein. Eine möglichst gute Einschätzung des Entwicklungsstands auf Seiten der möglichen Auftraggeber ist unerlässlich.

Mit diesem Themenband soll ein Beitrag zur besseren Information über Entscheidungsunterstützungssysteme geleistet werden. Die Autorinnen und Autoren hoffen, dass die nun vorliegenden Darstellungen bei der Konzeption interner EUS-Projekte helfen, aber auch bei der Bewertung von EUS-Softwarelösungen und EUS-Projekten. Anhand bereits bestehender guter Beispiele werden Möglichkeiten für Einsatzbereiche exemplarisch illustriert.

Verfasser

Der Themenband wurde von Mitgliedern der DWA-Arbeitsgruppe HW-3.3 „Entscheidungsunterstützungssysteme“ im Fachausschuss HW-3 „Wasserbewirtschaftung“ erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe HW-3.3 „Entscheidungsunterstützungssysteme“ gehören folgende Mitglieder an:

DEHNHARDT, Alexandra	Dipl.-Ing., Technische Universität Berlin
DIETRICH, Jörg	Dr.-Ing., Leibniz Universität Hannover (Sprecher der AG)
EVERS, Mariele	Prof. Dr.-Ing., Leuphana Universität Lüneburg (Stellv. Sprecherin der AG)
HENNEBERG, Simon Christian	Dipl.-Ing., Flussgebietsgemeinschaft Weser, Hildesheim
HÜBNER, Christoph	Dipl.-Ing., Technische Hochschule Darmstadt
KADEN, Stefan	Prof. Dr.-Ing. habil., DHI-WASY GmbH, Berlin
KOFALK, Sebastian	Dr. sc. agr., Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
KROL, Oliver	Dr.-Ing., Fraunhofer IITB, Karlsruhe
MÜLLER, Andreas	Dr., chromgruen GmbH & Co. KG, Velbert-Langenberg
NAFO, Issa	Dr.-Ing., Emschergenossenschaft/Lippeverband, Essen
RIEDEL, Gerhard	Dr.-Ing., Technische Universität Braunschweig
WERNECKE, Gabriele	Dr. rer. nat., Grontmij GmbH, Köln

Ferner haben folgende Personen dankenswerterweise die Arbeit der Arbeitsgruppe unterstützt:

BECKER, Antje	Dipl.-Biol., DHI-WASY GmbH, Berlin
NACKEN, Heribert	Prof. Dr.-Ing., RWTH Aachen
SPIES, Karl-Heinz	Dipl.-Ing., Wupperverband, Wuppertal
UEBELMANN, Bernd	Dipl.-Sprachmittler, Übersetzungsdienst Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BARION, Dirk	Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasserwirtschaft, Abfall und Boden
--------------	--

Inhalt

Vorwort	.....	3
Verfasser	.....	4
Bilderverzeichnis	.....	6
Tabellenverzeichnis	.....	6
Verzeichnis der Abkürzungen	.....	7
1	Einleitung	8
2	Definitionen und Begriffsbestimmungen	10
2.1	Strukturierung von Entscheidungsproblemen	10
2.1.1	Grundlegende Begriffe	10
2.1.2	Entscheidungsprozesse.....	11
2.1.3	Planung: Szenarien, Varianten und Alternativen.....	14
2.1.4	Entscheidung: Entscheidungskriterien, Präferenzen und Ziele	15
2.2	Entscheidungsunterstützungssysteme	16
3	Funktionale Anforderungen an EUS	17
3.1	Anforderungskatalog für Entscheidungsunterstützungssysteme	17
3.1.1	Gewünschte Funktionalitäten im Überblick.....	17
3.1.2	Einzubeziehende Themenbereiche	17
3.2	Unterstützung von Planungs- und Entscheidungsprozessen	19
3.2.1	Problemerkennung.....	19
3.2.2	Diagnose	19
3.2.3	Szenarien für externe Einflüsse	21
3.2.4	Entwicklung und Bewertung von Alternativen	22
3.2.5	Entscheidungsorientierte Analyse und Auswahl von Alternativen	24
3.3	Spezielle Werkzeuge für Systemanalyse und soziales Lernen	27
3.3.1	Simulationsmodelle	27
3.3.2	Multikriterielle Analyse	30
3.3.3	Unterstützung von Beteiligung und sozialem Lernen	33
4	Informationstechnische Anforderungen an EUS	35
4.1	Anforderungen an den Software-Entwicklungsprozess.....	35
4.1.1	Organisatorische Anforderungen.....	35
4.1.2	Vorgehensweise	35
4.1.3	Dokumentation	36
4.2	Architektur von EUS.....	36
4.2.1	Komponenten von EUS	37
4.2.2	Raumbezogene EUS	38
4.3	Interoperabilität von Software-Produkten	39
4.4	Benutzer-Schnittstellen von EUS.....	41
4.4.1	Grundlegende Anforderungen.....	41
4.4.2	Benutzerrollen	41
4.4.3	Visualisierung und Ergebnisdarstellung	42
4.5	Leistungsanforderungen an EUS	42
4.6	Lizenzmodelle und Vertragsmodalitäten	43

5	EUS und institutionelle Strukturen	45
5.1	Kosten und Nutzen von EUS	45
5.2	Zusammenarbeit in einer Flussgebietseinheit.....	46
6	Zusammenfassung und Ausblick	48
Anhang	.....	49
	Beispielanwendung der multikriteriellen Analyse	49
Literatur	.....	53

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Grundmodell der Entscheidungstheorie	11
Bild 2:	Iterativer, strategischer Entscheidungsprozess	13
Bild 3:	Informationen zur Bodenbeschaffenheit im BIS/RW	18
Bild 4:	Nutzung des DPSIR-Systemdiagramms als eine einfache Oberfläche zur Erläuterung von Kausalzusammenhängen im EUS „mDSS4“	20
Bild 5:	Struktur der Elbe-Expert-Toolbox	21
Bild 6:	Kosten-Wirksamkeits-Analyse nach dem Dominanzprinzip	25
Bild 7:	Interaktive Entscheidungskarten als Umsetzung des Dominanzprinzips in einem EUS.....	26
Bild 8:	Integration von Daten und Simulationsmodellen in ein EUS am Beispiel des Elbe-DSS zur Ermittlung von Stofffrachten im Einzugsgebiet	29
Bild 9:	Nutzwertanalyse zur vergleichenden Bewertung der Alternativen im EUS „nofdp“	32
Bild 10:	Anwendungsbeispiel für E-Partizipation „Beteiligung-Online“	34
Bild 11:	Technische Komponenten eines Entscheidungsunterstützungssystems.....	37
Bild 12:	Beispiel eines Web Mapping Service (WMS) auf einer Webplattform – das FLOWS Geo-Portal	39
Bild 13:	Prinzip des Compromise Programming	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Modelle für die Simulation von relevanten Themenbereichen in der Flussgebietsbewirtschaftung.....	28
------------	---	----

Verzeichnis der Abkürzungen

Abkürzungen	Erläuterung
BVB	Besondere Vergabebedingungen
CSW	Catalogue Service for the Web
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DSS	Decision Support System (engl. für EUS)
EUS	Entscheidungsunterstützungssystem
EVb-IT	Ergänzende Vertragsbedingungen für die Beschaffung von IT-Leistungen
GIS	Geographisches Informationssystem
HWRM-RL	EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
ISO	International Organization for Standardization
MCA	Multikriterielle Analyse
OGC	Open Geospatial Consortium
SOA	Serviceorientierte Architektur
SUP	Strategische Umweltprüfung
SWE	Sensor Web Enablement
UML	Unified Modelling Language
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Mapping Service
WRRL	EG-Wasserrahmenrichtlinie
XP	Extreme Programming

1 Einleitung

In den letzten Jahren haben sich die Anforderungen an die Wasserwirtschaft deutlich erweitert. Die Ursachen sind einerseits neue rechtliche Rahmenbedingungen, aber auch sich ändernde klimatische und sozio-ökonomische Bedingungen.

Die im Jahr 2000 in Kraft getretene Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, EU 2000) fordert die Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen für Flussgebiete unter Berücksichtigung der Kosteneffizienz mit dem Ziel, den guten ökologischen Zustand der Gewässer zu erreichen. Die Europäische Richtlinie über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (HWRM-RL, EU 2007) zielt auf die Entwicklung von Managementplänen zur Minderung von Hochwasserrisiken (bis zum Jahr 2015). Beide Richtlinien sind in nationales Recht umgesetzt. Die Öffentlichkeit ist bestmöglich in den Entscheidungsprozess einzubeziehen. Die aus den Richtlinien resultierenden Maßnahmen sind oftmals wechselseitig voneinander abhängig. Grundsätzlich wird die integrale Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen Maßnahmen zum Hochwasserschutz und der ökologischen Verbesserung der Gewässer gefordert.

Die generellen Ziele der WRRL als auch der HWRM-RL sind Bestandteil der allgemeinen Ziele der Wasserbewirtschaftung (Flussgebietsbewirtschaftung): Wasser in ausreichender Menge und Qualität für verschiedene Nutzungen bei wachsender Nutzungsintensität der Ökosysteme bereitzustellen, eine gute Beschaffenheit der Gewässer in physikalischer, chemischer und biologischer Hinsicht zu erhalten oder wiederherzustellen, die rationelle Nutzung und der Schutz der Gewässer sowie der Schutz der Gesellschaft vor Schäden durch Wasser (GRÜNEWALD 2001, 2008).

Für die Ableitung von kosteneffizienten Maßnahmen im Sinne der WRRL und der HWRM-RL ist die Wirkung der vorgesehenen bzw. potenziellen Maßnahmen zu beurteilen. Dabei sind die Wechselwirkungen mit anderen Maßnahmen, aber auch mit bestehenden Nutzungen und deren Anforderungen zu beachten. Eine Wirkungsanalyse erfordert die Berücksichtigung der Abhängigkeiten einzelner biologischer, chemischer, physikalischer und hydromorphologischer Komponenten untereinander. Außerdem müssen ggf. Abhängigkeiten zwischen dem Oberflächenwasser und dem Grundwasser in die Untersuchung eingehen.

Der grundsätzlich langfristige Planungshorizont erfordert zudem, externe Faktoren wie z. B. den Klimawandel oder sozio-ökonomische Entwicklungen in ihrem Einfluss auf die Wasserwirtschaft zu beurteilen. Aus diesem Grunde sind die Folgen des Wandels für den Wasser- und Stoffhaushalt der Gewässer und den Hochwasserschutz verstärkt in die Planungen einzubeziehen. Die Berücksichtigung sich ändernder Randbedingungen und Zielstellungen wird zukünftig die Wasserbewirtschaftung stärker prägen als in den vergangenen Jahrzehnten.

Die WRRL zielt grundsätzlich auf eine integrierte Flussgebietsbewirtschaftung, welche die Betrachtung verschiedener Bereiche des Wasserkreislaufes (z. B. Oberflächen- und Grundwasser, Küstengewässer), der Wassernutzung, der Wassermenge und Wassergüte sowie des Zustands wasserabhängiger Ökosysteme einschließt – ergänzt durch Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements. Die Planung von Maßnahmen kann Restriktionen unterliegen, welche sich u. a. aus bestehenden Nutzungsrechten (z. B. Flächen nicht verfügbar), aufgrund anderer Ziele der Raumplanung oder aufgrund anderer gesetzlicher Pflichten ergeben (z. B. strategische Umweltprüfung gemäß SUP-Gesetz, BRD 2005).

Um diesen Anforderungen gerecht werden zu können, ist eine signifikante Weiterentwicklung der Planungsmethoden erforderlich, die eine stärkere Vernetzung mit anderen Disziplinen, andere räumliche und zeitliche Betrachtungseinheiten sowie die Einbeziehung der Anlieger und Betroffenen ermöglicht. Zudem ist auf eine gewisse Anpassungsfähigkeit der Systeme zu achten, da die Planungen in der Flussgebietsbewirtschaftung meist eher langfristiger Art sind. Auf diese Weise kann auf sich ändernde Rahmenbedingungen oder gesellschaftliche Anforderungen flexibel reagiert werden. Diesen hohen Anforderungen an die Wasserbewirtschaftung stehen ein stetiger Stellenabbau in den Umweltverwaltungen und deren Umstrukturierung gegenüber.

Die Entwicklung integrativer Ansätze der Wasserbewirtschaftung ist eng verbunden mit der verstärkt formulierten Forderung nach einer nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen (siehe z. B. „Brundtlandbericht“, WCED 1987 und „Agenda 21“, UNCED 1992). Beispielhaft sei hier die Definition der „Global Water Partnership“ für die integrierte Bewirtschaftung der Wasserressourcen genannt (GWP-TAC 2000):

„Integrated water resources management is a process which promotes the coordinated development and management of water, land and related resources, in order to maximize the resultant economic and social welfare in an equitable manner without compromising the sustainability of vital ecosystems.“